

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-014133

(43)Date of publication of application : 14.01.1997

(51)Int.CI.

F04B 37/08

(21)Application number : 07-163966

(71)Applicant : DAIKIN IND LTD

(22)Date of filing : 29.06.1995

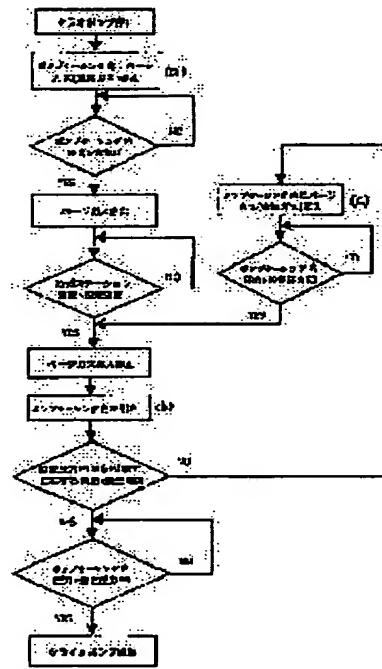
(72)Inventor : KURIYAMA HIDEAKI
UOSAKI SATORU

(54) CRYOPUMP AND REGENERATION METHOD FOR CRYOPUMP

(57)Abstract:

PURPOSE: To shorten a regeneration time of a whole compared with a conventional method and to simplify confirmation of completion of regeneration.

CONSTITUTION: A regeneration processing controller 4 is provided to transfer from a purge gas introduction process (a) to a discharge process (b) by a roughing vacuum pump when, during an introduction process (a) for purge gas, the temperature stage of a cryopanel exceeds a set temperature. A completion means is provided to complete regeneration processing when, at the discharge process (b) by the roughing vacuum pump 7, a time (t1) in which a pressure in a pump casing 1 is reduced from a first reference pressure (P1) to a second reference pressure (P2) is reduced to a value lower than a given value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3301279

[Date of registration] 26.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-14133

(43)公開日 平成9年(1997)1月14日

(51)Int.Cl.
F 04 B 37/08

識別記号 庁内整理番号

F I
F 04 B 37/08

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全14頁)

(21)出願番号 特願平7-163966

(22)出願日 平成7年(1995)6月29日

(71)出願人 000002853

ダイキン工業株式会社
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
梅田センタービル

(72)発明者 栗山 英明
大阪府堺市築港新町3丁12番地 ダイキン
工業株式会社堺製作所臨海工場内

(72)発明者 宇於崎 哲
大阪府堺市築港新町3丁12番地 ダイキン
工業株式会社堺製作所臨海工場内

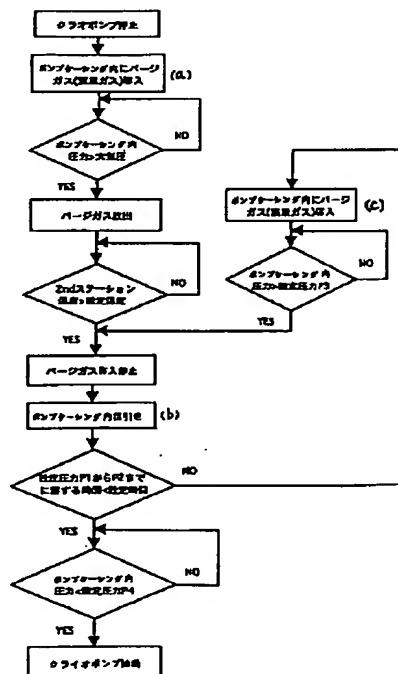
(74)代理人 弁理士 津田 直久 (外1名)

(54)【発明の名称】 クライオポンプ及びクライオポンプの再生方法

(57)【要約】

【目的】全体の再生時間を従来に比べて短くでき、しかも、再生完了の確認を簡単に行えるようにする。

【構成】パージガスの導入工程 (a) 時、クライオパネル 11, 12 の温度ステージが設定温度以上になったとき、パージガスの導入工程 (a) から粗引きポンプ 7 による排出工程 (b) に移行させる再生処理コントローラ 4 を設けた。粗引きポンプ 7 による排出工程 (b) で、ポンプケーシング 1 内の圧力が第1基準圧力 (P1) から第2基準圧力 (P2) まで低下するのに要する時間 (t1) が、所定値以下となったとき、再生処理を完了する手段を設けた。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】クライオパネル（11，12）を配設したポンプケーシング（1）内を、バージガスの導入と粗引きポンプ（7）による排出とにより再生するクライオポンプにおいて、

クライオパネル（11，12）の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、バージガスの導入工程（a）から粗引きポンプ（7）による排出工程（b）に移行させる再生処理コントローラ（4）を設けていることを特徴とするクライオポンプ。

【請求項2】バージガスの導入工程（a）時、導入するバージガスを昇温させる昇温手段を備える請求項1記載のクライオポンプ。

【請求項3】再生処理コントローラ（4）は、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）後のバージガスの再導入工程（c）時、ポンプケーシング（1）内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力（P3）に達したとき、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）を再実行させるリピート手段を備える請求項1又は請求項2記載のクライオポンプ。

【請求項4】再生処理コントローラ（4）は、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）後のバージガスの再導入工程（c）時、ポンプケーシング（1）内で大気圧近くに達した後の所定時間経過後、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）を再実行させるリピート手段を備える請求項1又は請求項2記載のクライオポンプ。

【請求項5】粗引きポンプ（7）による排出工程（b）で、ポンプケーシング（1）内の圧力が、大気圧以下の第1基準圧力（P1）から、該第1基準圧力（P1）より低く、クライオポンプの運転開始時における圧力（P4）以上の第2基準圧力（P2）まで低下するのに要する時間（t1）が、再生完了状態における圧力変化時間（t0）以下となったとき、再生処理を完了する完了手段を備える請求項1乃至請求項4の何れか一記載のクライオポンプ。

【請求項6】粗引きポンプ（7）による排出工程（b）で、ポンプケーシング（1）内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力（P1）となった時点から、再生完了状態において前記第1基準圧力（P1）から該第1基準圧力（P1）より低くクライオポンプの運転開始時における圧力（P4）以上の第2基準圧力（P2）まで低下するのに要する時間（t0）経過後に、前記第2基準圧力（P2）以下となったとき、再生処理を完了する完了手段を備える請求項1乃至請求項4の何れか一記載のクライオポンプ。

【請求項7】粗引ポンプの排気ラインに排気速度を一定に保つ調整手段を介装している請求項1乃至請求項6の何れか一記載のクライオポンプ。

【請求項8】クライオパネル（11，12）を配設したポンプケーシング（1）内を、バージガスの導入と粗引

2

きポンプ（7）による排出とにより再生するクライオポンプの再生方法であって、バージガスの導入工程（a）時、クライオパネル（11，12）の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、このバージガスの導入工程（a）を、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）に移行する工程を有することを特徴とするクライオポンプの再生方法。【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】本発明は、クライオポンプ及びクライオポンプの再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ヘリウム冷凍機によって冷却される第一段の冷却部と第二段の冷却部とを備えたクライオポンプの再生は、例えば特開平6-33872号公報に記載されているものが知られている。

【0003】この種のクライオポンプは、図12に示すように、筒形のポンプケースAを冷凍機Bに取付け、ポンプケースAの内部に第一段の冷却部となる第1クライオパネルCを、この内方に第二段の冷却部となる第2クライオパネルDを設けて、水を第1クライオパネルCに設けるバッフルM及びこの第1クライオパネルCに凝縮させると共に、他の気体を第2クライオパネルD面に凝縮させ、凝縮できない気体分子を第2クライオパネルDの内部に配設する吸着剤Eに吸着させて気体の排気を行うようしている。

【0004】しかしながら、気体分子の各パネルC、Dに凝縮される量が多くなっていくと、排気量が却って減ることになるので、取り込まれた気体分子をポンプケースA外である大気中に排出してクライオポンプを再生する必要がある。

【0005】そこで、従来では、バージガスである窒素ガスをガス導入管Fを介してポンプケースA内に導入すると共に、ポンプケースA内に導入されたバージガスをガス排出管Gを介して排出することにより、このバージガスと共にケースA内に取り込んでいた気体を排出して再生するようしているのであって、前記ガス導入管F及びガス排出管Gに、それぞれバルブH、Jを介装し、さらに、ガス排出管Gには、水分検出器K及び圧力検出器PSを設けることにより、クライオポンプの再生を行う際は、まずポンプの運転を停止し、ガス排出管GのバルブJは閉鎖したままガス導入管FのバルブHを開放し、ポンプケースA内にバージガスを導入して、ポンプケースA内を大気圧まで昇圧後、ガス排出管GのバルブJを開放して、バージガスを導入しながら常温まで昇温させる途上で、このバージガスと共にケースA内に取り込んでいた気体分子を気化させてガス排出管Gを介して排出するのであって、このバージガスの排出時、水分検出器Kでバージガス中の湿度を検出することにより気体分子、主に水蒸気の排出量を検出するようしている。

30 40 50

【0006】そこで、従来では、バージガスである窒素ガスをガス導入管Fを介してポンプケースA内に導入すると共に、ポンプケースA内に導入されたバージガスをガス排出管Gを介して排出することにより、このバージガスと共にケースA内に取り込んでいた気体を排出して再生するようしているのであって、前記ガス導入管F及びガス排出管Gに、それぞれバルブH、Jを介装し、さらに、ガス排出管Gには、水分検出器K及び圧力検出器PSを設けることにより、クライオポンプの再生を行う際は、まずポンプの運転を停止し、ガス排出管GのバルブJは閉鎖したままガス導入管FのバルブHを開放し、ポンプケースA内にバージガスを導入して、ポンプケースA内を大気圧まで昇圧後、ガス排出管GのバルブJを開放して、バージガスを導入しながら常温まで昇温させる途上で、このバージガスと共にケースA内に取り込んでいた気体分子を気化させてガス排出管Gを介して排出するのであって、このバージガスの排出時、水分検出器Kでバージガス中の湿度を検出することにより気体分子、主に水蒸気の排出量を検出するようしている。

3

【0006】つまり、ポンプケースA内を大気圧まで昇圧し、かつ、昇温させると、水分子以外の気体分子は、すぐに気化してバージガスと共に排出されるのであるが、水分子が水蒸気となって排出されるのは最も遅く、その結果、バージガス中に水蒸気が混入されるにしたがって湿度が高くなっていくことから、図9（図9では湿度をバージガスの露点温度に対応させており、湿度が高ければ露点温度も高くなる。）に示すように、バージガスのケースA内への導入で第2クライオパネルDの第2ステーションLの温度が上昇していく、水蒸気がバージガス中に混入されていくとバージガスの湿度が上昇（露点温度上昇）し、さらにバージガス及び水蒸気の大気中への排出によって、水蒸気の混入量が減少するにしたがって、湿度が低下（露点温度低下）していくのであって、湿度が低下して、バージガスのみの湿度となつたときに、水蒸気の排出がほぼ完了したとしてバルブHを閉じてバージガスの導入を停止し、その後、粗引きポンプによるバージガスの粗引きを行つて再生処理を完了させるようにしていたのである。

【0007】この粗引き処理は、所定の圧力まで粗引きをした後、一定時間後の昇圧度を検査して、所定の昇圧度とならないときは、再度粗引き処理を行い、再び昇圧度を検査して、所定の昇圧度となるまで粗引きを繰り返し、所定の昇圧度となつたときを再生完了としていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の再生方法では、バージガスの導入工程時、バージガスの湿度を検出して、バージガスの湿度の変化が上昇側から低下側へと変化して水蒸気が無くなるまでバージガスの導入排出を連続的に行つた後に、粗引き処理を行つため、バージガスの初期導入時間が長くなり、効率よい再生が行えなかつたのである。

【0009】また、再生完了の確認を、所定の圧力まで粗引きをした後、一定時間後の昇圧度の測定を行わなくては成らず、この昇圧度の測定で再生工程が中断され、再生処理が煩雑になる不具合も生じていた。

【0010】ところで、本発明の発明者は、クライオポンプの再生について種々検討した結果、ポンプケーシング内の温度がクライオポンプの停止及びバージガスの導入により所定の温度、つまり、水分子が気化する温度まで上昇すると、凝縮または吸着されていた水や氷が気化してバージガス中に多量に混入されていることを見出すると共に、粗引きポンプによる排出の際、所定の圧力変化に要する時間が、バージガスへの水蒸気の混入が無くなるにしたがって、ほぼ一定の時間となることを見出したのである。

【0011】そこで、本発明は、以上の検討結果から、前記した課題を解決したものであつて、全体の再生時間を従来に比べて短くでき、しかも、再生完了の確認を簡単に行え、かつ、再生工程を中断することなく行えるク

ライオポンプ及びその再生方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、クライオパネル11，12を配設したポンプケーシング1内を、バージガスの導入と粗引きポンプ7による排出とにより再生するクライオポンプにおいて、クライオパネル11，12の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、バージガスの導入工程（a）から粗引きポンプ7による排出工程（b）に移行させる再生処理コントローラ4を設けたのである。

【0013】請求項2記載の発明は、バージガスの導入工程（a）時、導入するバージガスを昇温させる昇温手段を設けたのである。

【0014】請求項3記載の発明は、請求項1又は請求項2記載の発明において、前記再生処理コントローラ4に、前記粗引きポンプ7による排出工程（b）後のバージガスの再導入工程（c）時、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力（P3）に達したとき、前記粗引きポンプ7による排出工程（b）を再施行させるリピート手段を備えたのである。

【0015】請求項4記載の発明は、請求項1又は請求項2記載の発明において、前記再生処理コントローラ4に、前記粗引きポンプ7による排出工程（b）後のバージガスの再導入工程（c）時、前記ポンプケーシング1内が大気圧近くに達した後の所定時間経過後、前記粗引きポンプ7による排出工程（b）を再施行させるリピート手段を備えたのである。

【0016】請求項5記載の発明は、請求項1乃至請求項4記載の発明において、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）で、ポンプケーシング（1）内の圧力が、大気圧以下の第1基準圧力（P1）から、該第1基準圧力（P1）より低く、クライオポンプの運転開始時における圧力（P4）以上の第2基準圧力（P2）まで低下するのに要する時間（t1）が、再生完了状態における圧力変化時間（t0）以下となつたとき、再生処理を完了する手段を備えるようにしたのである。

【0017】請求項6記載の発明は、請求項1乃至請求項4記載の発明において、粗引きポンプ（7）による排出工程（b）で、ポンプケーシング（1）内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力（P1）となった時点から、再生完了状態において前記第1基準圧力（P1）から該第1基準圧力（P1）より低くクライオポンプの運転開始時における圧力（P4）以上の第2基準圧力（P2）まで低下するのに要する時間（t0）経過後に、前記第2基準圧力（P2）以下となつたとき、再生処理を完了する手段を備えるようにしたのである。

【0018】請求項7記載の発明は、前記粗引きポンプ7の排気ラインに排気速度を一定に保つ調整手段を介装したのである。

【0019】請求項8記載の発明は、クライオパネル11, 12を配設したポンプケーシング1内を、パージガスの導入と粗引きポンプ7による排出とにより再生するクライオポンプの再生方法であって、パージガスの導入工程(a)時、前記クライオパネル11, 12の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、このパージガスの導入工程(a)を、粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行する工程を有することを特徴とするものである。

【0020】

【作用】請求項1記載の発明では、ポンプケーシング1内のパージガス中に、水分子、即ち水又は氷が気化する温度で水蒸気が多量に混入されている状態となっていることを見出したことから、水分子が気化する温度を設定温度とすると、前記クライオパネル11, 12の温度ステージがこの設定温度以上、つまり、水分子が気化する温度以上となったとき、再生処理コントローラ4による制御で、パージガスの導入工程(a)から粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行され、パージガス及び水蒸気が、大気中へ徐々に放出されるのではなく、パージガス中に水蒸気が大量に混入された状態で粗引きにより強制排出されるので、水蒸気の排出が従来に比べて速く行えることになり、パージガスの導入時間が従来に比べて短くなり、全体としての再生時間が短くなるのである。

【0021】請求項2記載の発明では、パージガスの導入工程(a)時、導入するパージガスを昇温させる昇温手段を設けているので、パージガス中の水分子の気化をより速く行え、さらにパージガスの導入時間を短くできる。

【0022】請求項3記載の発明では、前記再生処理コントローラ4におけるリピート手段で、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)後、パージガスの再導入を行い、この再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力(P3)に達したとき、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行せざる上昇を待つことなく排出工程(b)を再施行させられ、パージガスの再導入時間を短くして、全体の再生時間をさらに短くでき、しかも、パージガスの導入を大気圧に至る前に停止可能であり、かつ、パージガスが大気中に放出されることもないので、パージガス導入量も少なくでき、コストの低減が図れるのである。

【0023】請求項4記載の発明では、前記再生処理コントローラ4におけるリピート手段で、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)後、パージガスの再導入を行い、この再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内が大気圧近くに達した後の所定時間経過後、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行せざる上昇をしたので、ポンプケーシング1内面に多量の水分が吸着

していても、ポンプケーシング1内全体に行き渡る充分な量のパージガスを供給した後、粗引きを行うので、確実に排出できるのである。

【0024】請求項5記載の発明では、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)で、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)から、該第1基準圧力(P1)より低く、クライオポンプの運転開始時における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了

10 状態における圧力変化時間(t0)以下となったとき、再生処理を完了する手段を設けたから、第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了状態における圧力変化時間(t0)以下となっているかどうかを判断するだけで簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるのである。

20 【0025】請求項6記載の発明では、粗引きポンプ(7)による排出工程(b)で、ポンプケーシング(1)内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)となった時点から、再生完了状態において前記第1基準圧力(P1)から該第1基準圧力(P1)より低くクライオポンプの運転開始時における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)経過後に、前記第2基準圧力(P2)以下となったとき、再生処理を完了する手段を設けたから、第1基準圧力(P1)の時点から、再生完了状態における第1

30 基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)経過後の圧力が、第2基準圧力(P2)以下となっているかどうかを判断するだけで簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるのである。

40 【0026】請求項7記載の発明では、前記粗引きポンプ7の排気ラインに排気速度を一定に保つ調整手段を介装したから、粗引きポンプの性能及び配管抵抗に関係なく、常に一定の排気を行えるので、安定した再生を行えるのである。

【0027】請求項8記載の発明では、クライオポンプの再生を、パージガスの導入工程(a)時、前記クライオパネル11, 12の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、このパージガスの導入工程

(a)を、粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行させて再生するようにしたから、パージガス中に水蒸気が多量に混入された状態となっている水分子が気化する温度以上となったとき、パージガスの導入工程(a)を

7

粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行して、ページガス及び水蒸気が、大気中へ徐々に放出されるのではなく、ページガス中に水蒸気が大量に混入された状態で粗引きにより強制排出するので、水蒸気の排出が従来に比べて速く行えることになり、ページガスの導入時間が従来に比べて短くなり、全体としての再生時間を短くできるのである。

【0028】

【実施例】本発明のクライオポンプ及びクライオポンプの再生方法の第1実施例について図1に基づいて説明する。

【0029】第1実施例では、図1に示すように、クライオポンプは、筒状のポンプケーシング1をヘリウム冷凍機2に取付け、この冷凍機2は、軸方向に連続して設けられている低温膨張室の各先端側に形成される第1ヒートステーション21と第2ヒートステーション22とを備え、これらヒートステーション21, 22を前記ポンプケーシング1内に挿入させた状態でポンプケーシング1を取付けている。

【0030】また、前記第1ヒートステーション21には、カップ状の第1クライオパネル11を上向きに開口させるように取付ける一方、第2ヒートステーション22には、第1クライオパネル11内に配設されるカップ状の第2クライオパネル12を下向きに開口させて取付けており、第1クライオパネル11の開口部には、バッフル13を設けている。

【0031】さらに、第2クライオパネル12の内面には、水素を吸着するための活性炭からなる吸着剤14を設けている。

【0032】そして、圧縮ユニット23を駆動させることにより、該圧縮ユニット23において圧縮されたヘリウムガスを前記冷凍機2に送って膨張させた後、膨張したガスを再度圧縮ユニット23に回収して圧縮して前記冷凍機2に送ることにより、前記冷凍機2においてヘリウムガスの膨張を繰り返し行って第1及び第2ヒートステーション21, 22が所定の温度に冷却され、前記第1及び第2クライオパネル11, 12も冷却されることとなり、第1クライオパネル11が70K～90Kに、第2クライオパネル12が10K～20Kに冷却され、冷凍機2の冷凍が行われる。

【0033】この冷凍機2の駆動によるクライオポンプの駆動で、ポンプケーシング1の開口部から流入する気体分子のうち、凝縮温度の高い水蒸気をバッフル13及び第1クライオパネル11に凝縮させ、これよりも凝縮温度の低い酸素、窒素、アルゴン等の凝縮性ガスを第2クライオパネル12に凝縮させる。そして、さらに凝縮温度の低い水素やヘリウムを前記吸着剤14に吸着せるようにしている。

【0034】このように、クライオポンプが作動して、各クライオパネル11, 12及び吸着剤14に気体を凝

8

縮及び吸着させることにより気体の排気を行うのであるが、凝縮及び吸着量が増大すると、気体の排気速度が減少したり、到達圧力が得られなくなったりするので、クライオポンプの再生が必要となる。

【0035】以下、本発明の第1実施例における再生を行うための構成及び再生方法について説明する。

【0036】ポンプケーシング1の底部近くに窒素ガスからなるページガスを導入するためのガス導入管3を貫通させて、このガス導入管3を第1クライオパネル11の内方で、第2クライオパネル12の内部に対向させて開口させると共に、前記ガス導入管3には、ガス導入バルブ31を介装しており、該ガス導入バルブ31の開閉により、ポンプケーシング1内へのページガスの供給または停止を行うようにしており、前記ガス導入バルブ31の開閉制御は、再生処理コントローラ4からの指令で行うようしている。

【0037】また、ポンプケーシング1の底部近くで、前記ガス導入管3の接続位置よりも下方に、該ポンプケーシング1内に供給されたページガスを大気中に放出するためのガス排出管5を接続し、該ガス排出管5を前記第1クライオパネル11の底部外側に開口させると共に、前記ガス排出管5には、ガス排出バルブ51を介装しており、該ガス排出バルブ51の開閉によりポンプケーシング1内のガスの大気中への放出または停止を行うようにし、このガス排出バルブ51の開閉制御も、前記再生処理コントローラ4からの指令で行うようにしている。

【0038】さらに、前記ガス排出管5における前記ガス排出バルブ51の上流側に分岐管6を接続しており、この分岐管6の一端を粗引きポンプ7に接続している。この分岐管6には、二つの第1及び第2バルブ61, 62を介装しており、二つのバルブ61, 62の間にポンプケーシング1内の圧力を検出する圧力センサ81を介装している。第1及び第2バルブ61, 62も前記再生処理コントローラ4からの指令で開閉制御され、クライオポンプの駆動時は、気密性を保持するために双方のバルブ61, 62が閉じられる。

【0039】前記粗引きポンプ7の発停制御も前記再生処理コントローラ4からの指令で行うようにしている。また、圧力センサ81での圧力検出結果は、再生処理コントローラ4に送るようにしている。

【0040】さらに、第2ヒートステーション22の温度を検出する温度センサ82をポンプケーシング1近くに設けており、この温度センサ82の温度検出部82aを前記第2ヒートステーション22に取付けている。この温度センサ82での温度検出結果も前記再生処理コントローラ4に送るようにしている。

【0041】次に、再生方法について図2のフローチャートに基づいて説明する。まず、クライオポンプを停止し、再生処理コントローラ4からの指令で、ガス導入管

3のガス導入バルブ31を開いて、ポンプケーシング1内にバージガスが導入され、バージガスの導入工程

(a)に入る。このとき、ポンプケーシング1内の圧力が大気圧となるまでは、前記ガス排出管5のガス排出バルブ51は閉じられたままとなっており、バージガスの導入のみ行われ、ポンプケーシング1内の圧力を検出するため、分岐管6の第1バルブ61が開かれる。

【0042】バージガスは、まず、吸着剤14に吸着された水素等の気体に接触するように第2クライオパネル12の内部に向かって供給されるようにしており、吸着剤14をバージガス流れの最上流側とすることにより、吸着剤14への凝縮されていた気体による影響をできるだけ受けないようにしている。

【0043】そして、圧力センサ81による圧力の検出によりポンプケーシング1内圧力が大気圧に達したとき、前記ガス排出バルブ51を開けて、バージガスを大気中に放出するのである。この大気への放出は、前記第2ヒートステーション22の温度が水分子が気化する温度、例えば、バージガス中に多量に水蒸気が混入される22℃前後、実施例では22℃を設定温度としており、22℃となるまで行うのであって、前記温度センサ82の温度検出により第2ヒートステーション22が22℃以上となったとき、再生処理コントローラ4からの指令で、前記ガス導入バルブ31及びガス排出バルブ51が閉じられバージガスの供給及び放出が停止されて、バージガスの導入工程(a)が終了する。

【0044】そして、バージガスの導入工程(a)から次に粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行するのであって、前記ガス導入バルブ31及びガス排出バルブ51が閉じられた後、分岐管6の第2バルブ62が再生処理コントローラ4からの指令で開放され、前記粗引きポンプ7の運転により、粗引きが開始され、この粗引き工程(b)は、所定の圧力(P2)に低下するまで行われる。

【0045】さらに、この粗引き工程(b)は、図6の再生工程におけるポンプケーシング1内の圧力変化を示すグラフにおいて点線で示されているように、粗引きによりポンプケーシング1内の圧力が大気圧から低下していく際の途中の任意の圧力を第1基準圧力(P1)とし、この第1基準圧力(P1)より圧力が低く、クライオポンプの運転開始時における圧力(0.6~4パスカル)(P4)以上の圧力で、粗引きを終了させる圧力、例えば4パスカルを第2基準圧力(P2)とすると、再生処理コントローラ4において、前記ポンプケーシング1内の圧力が第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が再生完了状態における圧力変化時間(t0)、例えば2分よりも多く要することを判断した場合には、再生が不十分であるとして、再度バージガスの導入指令が行われ、バージガスの再導入工程(c)に移行するようにしている。

【0046】尚、第1実施例では、クライオポンプを運転開始させる際の圧力(P4)は、3.5パスカルとしている。また、前記第1基準圧力(P1)は、第1実施例においては、大気圧より低い圧力としているが、大気圧を第1基準圧力(P1)としてもよい。さらに、第2基準圧力(P2)は、クライオポンプを運転開始させる際の圧力(P4)としてもよい。

【0047】また、バージガスの再導入工程(c)への移行は、まず、分岐管6の第2バルブ62を閉じ、その後、ガス導入管3のガス導入バルブ31のみを開放して、ポンプケーシング1内にバージガスを供給するのである。

【0048】そして、ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧より低く、前記第1基準圧力(P1)より高い圧力に設定した設定圧力(P3)に達したとき、再度粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行させるのである。尚、設定圧力(P3)は、大気圧としてもよい。

【0049】さらに、粗引きポンプ7による排出工程(b)と、バージガスの再導入工程(c)とを繰り返すことにより再生を行うのであるが、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)で、前記ポンプケーシング1内の圧力が第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、所定の前記圧力変化時間(t0)以下となったときは、再生処理コントローラ4が再生処理の完了を判断し、さらに、粗引きを続けて(d)、ポンプケーシング1内圧力が粗引き完了圧力(P4)、つまり、圧力(3.5パスカル)となったとき、粗引きポンプ7を停止して、クライオポンプの始動へと移行するのである。

【0050】ここで、再生完了状態における圧力変化時間(t0)とは、ポンプケーシング1内が再生された状態において、粗引きを行ったときの、第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)をいうのであって、この圧力変化時間(t0)は、常に一定の値をとるのである。

【0051】従って、再生処理工程時、前記圧力変化に要する時間(t1)は、粗引きとバージガス導入とを繰り返すことにより、徐々に短くなり、ポンプケーシング1内に水蒸気がなくなることによってほぼ一定となるので、この一定となる時間を再生完了状態における圧力変化時間(t0)とするのである。この圧力変化時間(t0)は、ポンプケーシング1の容積、配管系、粗引きポンプ7のポンプ能力等に基づいて決められるものである。

【0052】第1実施例では、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)後のバージガスの再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力に達したとき、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行させるリピート手段、及び、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)で、前記ポンプケ

11

ーシング1内の圧力が第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、所定値以下となったとき、再生処理を完了する完了手段は、何れも前記したように前記再生処理コントローラ4による制御で行うのである。

【0053】以上のように、第1実施例では、図10に示すように、バージガスのポンプケーシング1内への供給で、第1及び第2クライオパネル11, 12の温度が上がっていくと、凝縮または吸着されていた気体分子がバージガス中に気化はじめ、設定温度である22℃近くになると水蒸気の混入量が多くなっているのである(図10では、水蒸気の混入量をバージガスの露点温度の変化により判断しており、露点温度が高ければ気体混入量が多い)。

【0054】そこで、第2ヒートステーション22での温度が設定温度である22℃以上となったとき、再生処理コントローラ4による制御で、バージガスの導入工程(a)から粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行し、バージガス及び水蒸気を粗引きにより一旦強制排出しておいて、再度バージガスの導入工程(c)に移行させて、粗引き工程(b)とバージガス再導入工程(c)を繰り返すことにより、バージガスの導入工程(a)時、多量の水蒸気が混入されたバージガスを強制排出してしまうので、バージガスの導入時間を従来のように水蒸気の大気中への放出が完了するまで行っていた場合に比べて短くすることができながら、確実な再生が行えるのであり、全体としての再生時間を短くできるのである。

【0055】また、前記再生処理コントローラ4におけるリピート手段で、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)後、バージガスの再導入を行い、この再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力(P3)に達したとき、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行させるようにしているので、大気圧までの上昇を待つことなく排出工程(b)を再施行することにより、バージガスの再導入時間を短くして、全体の再生時間をさらに短くでき、しかも、バージガスの導入を大気圧に至る前に停止し、かつ、バージガスの大気中への放出は行わないので、それだけバージガスの導入量も少なくでき、コストの低減が図れるのである。

【0056】第1実施例での前記粗引きポンプ7による排出工程(b)は、ポンプケーシング1内が比較的きれいな場合、例えば、クライオポンプの使用時間が少なくて、ポンプケーシング1内があまり汚れていない場合に有効である。

【0057】さらに、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)で、前記ポンプケーシング1内の圧力が第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、所定の圧力変化時間(t

12

0)以下となったとき、再生処理を完了する完了手段を設けているので、第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了状態における圧力変化時間(t0)以下となっているかどうかを判断するだけで、簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるのである。

【0058】また、前記第1実施例では、バージガスを常温のままポンプケーシング1内に供給するようしているのであるが、図3に示す第2実施例のように、バージガスの導入工程(a)時、導入するバージガスを昇温させる昇温手段を設けてもよい。

【0059】具体的には、ポンプケーシング1の周りにヒータ91を配設すると共に、ガス導入管3におけるガス導入バルブ31の上流側にバージガスを加温するためのガス加温器92を介装することにより昇温手段を構成したのである。

【0060】以上のように、バージガスをガス導入管3において加温すると共に、加温されたバージガスをポンプケーシング1内への導入後、さらに、ヒータ91によって加温されることから、各クライオパネル11, 12の温度上昇をより速く行えることとなり、図11に示すグラフのように、バージガスへの水又は氷の気化がより速く行えるようになり、さらにバージガスの導入時間を短くできるのである。

【0061】尚、第2実施例では、ヒータ91とガス加温器92とを配設したが、ヒータ91のみで昇温させるようにしてもよいし、ガス加温器92のみで昇温させるようにしても差し支えない。

【0062】次に、再生方法の第3実施例として、図4に示すフローチャート及び図7の再生工程におけるポンプケーシング1内の圧力変化を示したグラフに基づいて説明する。

【0063】前記第1実施例では、粗引きポンプ7による排出工程(b)後のバージガス再導入工程(c)をポンプケーシング1内の圧力が、大気圧より低い圧力に設定した設定圧力(P3)に達したとき終了させ、再度粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行させるようにしたが、第3実施例では、バージガスの再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内が大気圧に達した後、所定時間バージガスを大気中に放出させ、その後、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行するように、前記再生処理コントローラ4のリピート手段により制御するのである。

【0064】つまり、このバージガスの再導入工程(c)への移行は、まず、分岐管6の第2バルブ62を閉じ、その後、ガス導入管3のガス導入バルブ31のみを開放して、ポンプケーシング1内にバージガスを供給

するのである。

【0065】そして、ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧に達した時点で、ガス排出バルブ51を開放し、設定した所定時間パージガスを大気中に放出した後、前記ガス導入バルブ31及びガス排出バルブ51を閉じて、再度粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行させるのである。

【0066】そして、粗引きポンプ7による排出工程(b)の完了は、第1実施例と同様の条件で行うのである。

【0067】以上のように、第3実施例のようなパージガスの再導入工程(c)を、前記再生処理コントローラ4におけるリピート手段で、この再導入工程(c)時に前記ポンプケーシング1内が大気圧に達した後の所定時間経過後に、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行せらるるようにしたので、ポンプケーシング1内面に多量の水分が吸着していても、パージガスの導入放出を所定時間行い、ポンプケーシング1内全体に行き渡る充分な量のパージガスを供給した後、粗引きを行うので、確実に各種気体を排出できるのである。尚、パージガスの再導入工程(c)における大気中への排出開始は、ポンプケーシング1内が大気圧に至る直前に行つても差し支えない。

【0068】また、図5に示す第4実施例のように、粗引きポンプ7に接続される分岐管6における第2バルブ62の1次側と2次側とを連通する側路64を設けると共に、この側路64に第3バルブ63と該第3バルブ63の2次側に位置させるオリフィス65を介装して、第3バルブ63の開閉制御を行うことによって、前記粗引きポンプ7による排気速度を一定に保つ調整手段を設けるようにするのが好ましい。

【0069】第3バルブ63の開閉制御も再生処理コントローラ4により制御されるのであって、粗引きポンプ7による排出工程(b)を数回繰り返して圧力変化時間(t1)が一定となったとき、この一定時間が、予め設定されている再生完了状態において前記第1基準圧力(P1)から該第1基準圧力(P1)より低くクライオポンプの運転開始時における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)よりも長い時間となっている場合は、ポンプ能力が低下して排気速度が遅くなっているので、第2バルブ62と第3バルブ63を開き、全体としての配管抵抗を少なくして、ポンプ能力を上げるようにする一方、粗引きポンプ7を別の機種に交換したり、配管を太めの配管と交換したりして、予め設定する前記圧力変化時間(t0)よりも変化時間が短くなる場合は、粗引きが早過ぎ、排気速度の精度が得られないことから、第2バルブ62を閉じ、第3バルブ63を開いて、オリフィス65による抵抗で排気速度を基準の速度の範囲内となるように保持する。

【0070】第4実施例のように、前記粗引きポンプ7の排気ラインに排気速度を一定に保つ調整手段を介装することにより、粗引きポンプの性能及び配管抵抗に関係なく、常に一定の排気を行えるので、安定した再生を行えるのである。

【0071】また、前記各実施例では、再生の完了の判断を、大気圧以下の第1基準圧力(P1)から、該第1基準圧力(P1)より低く、クライオポンプの運転開始時における圧力以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了状態における圧力変化時間以下となったとき、再生処理を完了するよう

10 にしたが、図8に示す第5実施例のように、粗引きポンプ(7)による排出工程(b)で、ポンプケーシング(1)内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)となった時点から、再生完了状態において前記第1基準圧力(P1)から該第1基準圧力(P1)より低くクライオポンプの運転開始時における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)経過後に、前記第2基準圧力(P2)以下になったとき、再生処理を完了する手段を備えるようにしてもよい。

【0072】つまり、前記した実施例と同様に、再生完了状態において前記第1基準圧力(P1)から該第1基準圧力(P1)より低くクライオポンプの運転開始時における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)とすると、粗引きポンプ(7)による排出工程(b)で、ポンプケーシング

(1) 内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)となった時点から、再生完了状態における前記圧力変化時間(t0)経過後に、ポンプケーシング1内圧力が、第2基準圧力(P2)以下となっているかどうかを判断し、第2基準圧力(P2)以下となっていない場合には、パージガスの再導入工程(c)を再度行い、前記した第3実施例と同様に大気圧まで上昇したのち所定時間大気中にパージガスを放出した後、粗引きポンプ(7)による排出工程(b)を再施行するのである。

【0073】そして、再施行による粗引きポンプ(7)による排出工程(b)で、ポンプケーシング(1)内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)となった時点から、再生完了状態における前記圧力変化時間(t0)経過後に、ポンプケーシング1内圧力が、第2基準圧力(P2)以下となっている場合には、再生処理を完了させるのである。

【0074】以上のように、第5実施例においても、第1または第2実施例と同様に、圧力変化を検出するだけで簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるのである。

【0075】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、前記クライオパネル11, 12の温度ステージが水分子が気化する温度以上となったとき、再生処理コントローラ4による制御で、バージガスの導入工程(a)を粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行し、バージガス中に水蒸気が大量に混入された状態で粗引きにより強制排出するので、バージガス及び水蒸気が、大気中へ徐々に放出されることはなく、水蒸気の排出が従来に比べて速く行えることになり、バージガスの導入時間が従来に比べて短くなり、全体としての再生時間を短くできるのである。

【0076】請求項2記載の発明によれば、バージガスの導入工程(a)時、導入するバージガスを昇温させる昇温手段を設けているので、バージガス中の水分子の気化をより速く行え、さらにバージガスの導入時間を短くできる。

【0077】請求項3記載の発明によれば、バージガスの再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧を下回る設定圧力(P3)に達したとき、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行せざるようとしたので、大気圧までの上昇を待つことなく排出工程(b)を再施行でき、バージガスの再導入時間を短くして、全体の再生時間をさらに短くできるのであり、しかも、バージガスの導入を大気圧に至る前に停止できるし、かつ、バージガスが大気中に放出されることもないので、バージガス導入量も少なくでき、コストの低減が図れるのである。

【0078】請求項4記載の発明によれば、バージガスの再導入工程(c)時、前記ポンプケーシング1内が大気圧近くに達した後の所定時間経過後、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)を再施行せざるようとしたので、ポンプケーシング1内面に多量の水分が吸着していても、ポンプケーシング1内全体に行き渡る充分な量のバージガスを供給した後、粗引きを行ふので、確実に水蒸気の排出ができるのである。

【0079】請求項5記載の発明によれば、前記粗引きポンプ7による排出工程(b)で、前記ポンプケーシング1内の圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)から、該第1基準圧力(P1)より低く、クライオポンプの運転開始における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了状態における圧力変化時間(t0)以下となったとき、再生処理を完了する完了手段を設けたから、第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t1)が、再生完了状態における圧力変化時間(t0)以下となっているかどうかを判断するだけで簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるの

である。

【0080】請求項6記載の発明によれば、粗引きポンプ(7)による排出工程(b)で、ポンプケーシング(1)内圧力が、大気圧以下の第1基準圧力(P1)となつた時点から、再生完了状態において前記第1基準圧力(P1)から該第1基準圧力(P1)より低くクライオポンプの運転開始における圧力(P4)以上の第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)経過後に、前記第2基準圧力(P2)以下となつたとき、再生処理を完了する完了手段を設けたから、第1基準圧力(P1)の時点から、再生完了状態における第1基準圧力(P1)から第2基準圧力(P2)まで低下するのに要する時間(t0)経過後の圧力が、第2基準圧力(P2)以下となっているかどうかを判断するだけで簡単に粗引き完了を確認することができ、従来のように、再生工程をわざわざ中断させて、昇圧度を測定するような煩雑な工程をなくすことができ、再生完了を簡単に確認できながら、再生時間をさらに短縮できるのである。

【0081】請求項7記載の発明によれば、前記粗引きポンプ7の排気ラインに排気速度を一定に保つ調整手段を介装したから、粗引きポンプの性能及び配管抵抗に関係なく、常に一定の排気を行えるので、安定した再生を行えるのである。

【0082】請求項8記載の発明によれば、クライオポンプの再生を、バージガスの導入工程(a)時、前記クライオパネル11, 12の温度ステージが水分子が気化する温度以上になったとき、このバージガスの導入工程(a)を、粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行させて再生するようにしたから、バージガス中に水蒸気が多量に混入された状態となっている水分子が気化する温度以上となつたとき、バージガスの導入工程(a)を粗引きポンプ7による排出工程(b)に移行して、バージガス及び水蒸気が、大気中へ徐々に放出されるではなく、バージガス中に水蒸気が大量に混入された状態で粗引きにより強制排出するので、水蒸気の排出が従来に比べて速く行えることになり、バージガスの導入時間が従来に比べて短くなり、全体としての再生時間を短くできるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のクライオポンプの第1実施例を示す構成図。

【図2】 第1実施例のクライオポンプの再生方法を示すフローチャート。

【図3】 本発明のクライオポンプの第2実施例を示す構成図。

【図4】 本発明の第3実施例で、クライオポンプの他の再生方法を示すフローチャート。

【図5】 本発明のクライオポンプの第4実施例を示す構成図。

【図6】 第1実施例の再生工程におけるポンプケーシング1内の圧力変化を示すグラフ。

【図7】 第3実施例の再生工程におけるポンプケーシング1内の圧力変化を示すグラフ。

【図8】 第5実施例の再生工程におけるポンプケーシング1内の圧力変化を示すグラフ。

【図9】 従来のクライオポンプの再生工程を、バージガスの露点温度、第2ヒートステージの温度、そして、ポンプケーシング内圧力との関係で示すグラフ。

【図10】 第1実施例のクライオポンプの再生工程を、バージガスの露点温度、第2ヒートステージの温度、そして、ポンプケーシング内圧力との関係で示す

グラフ。

【図11】 第2実施例のクライオポンプの再生工程を、バージガスの露点温度、第2ヒートステージの温度、そして、ポンプケーシング内圧力との関係で示すグラフ。

【図12】 従来のクライオポンプを示す断面図。

【符号の説明】

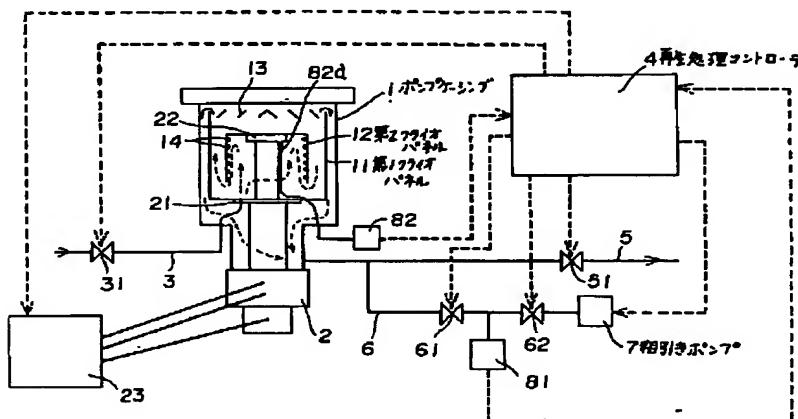
1 ······ ポンプケーシング

11, 12 ··· クライオパネル

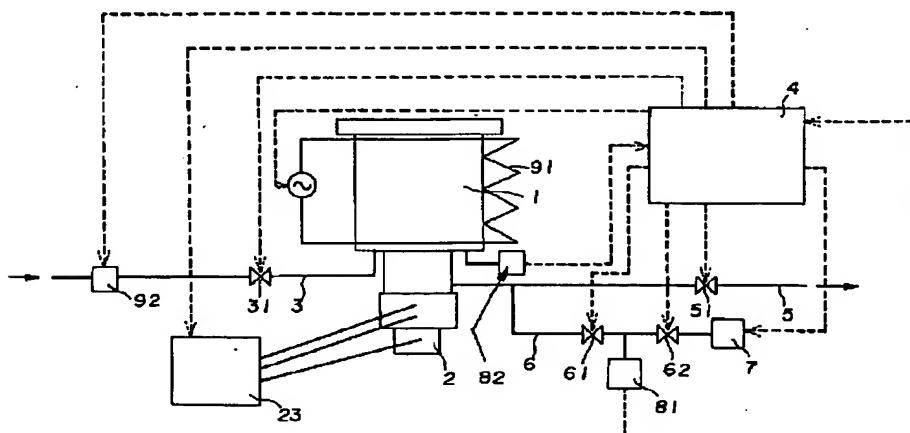
10 4 ······ 再生処理コントローラ

7 ······ 粗引きポンプ

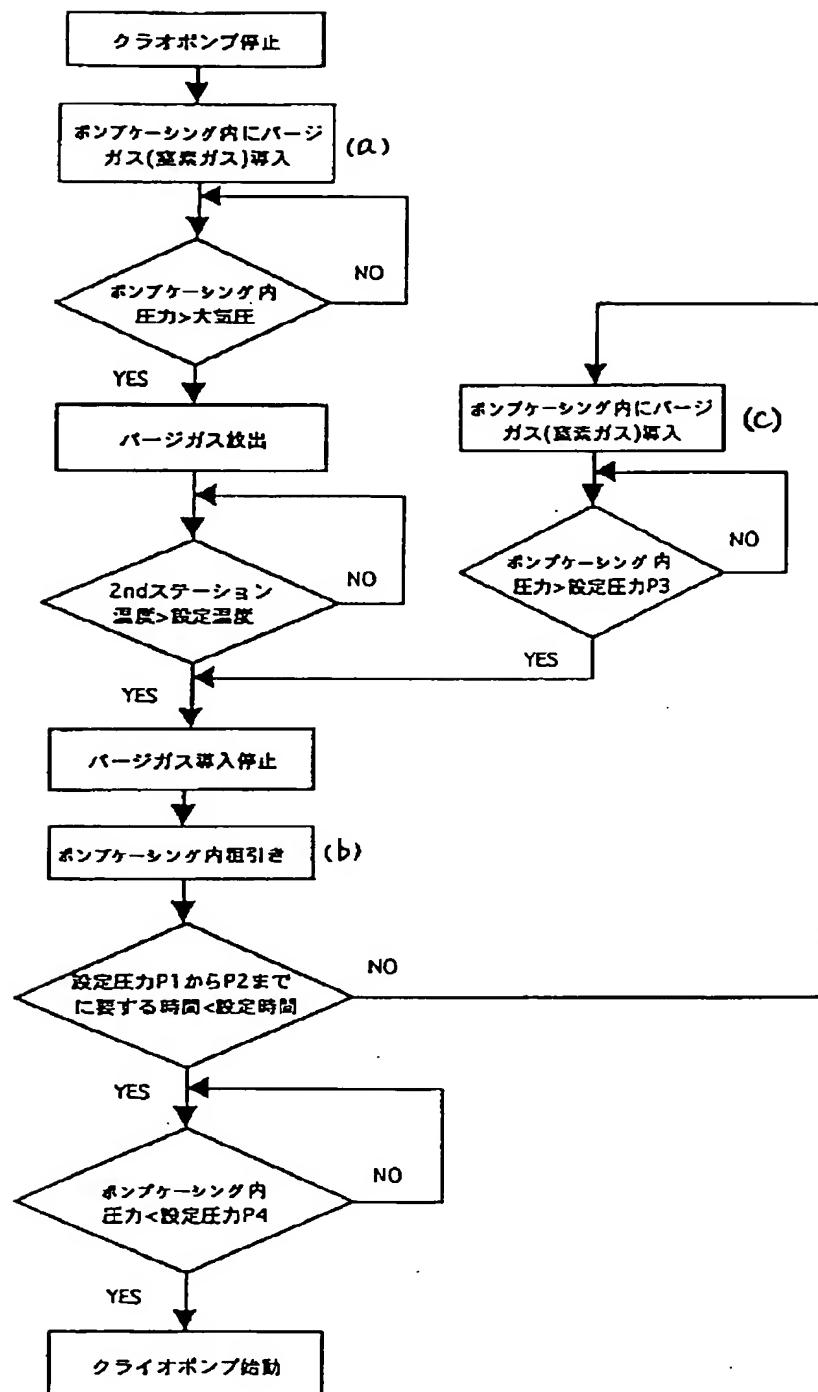
【図1】



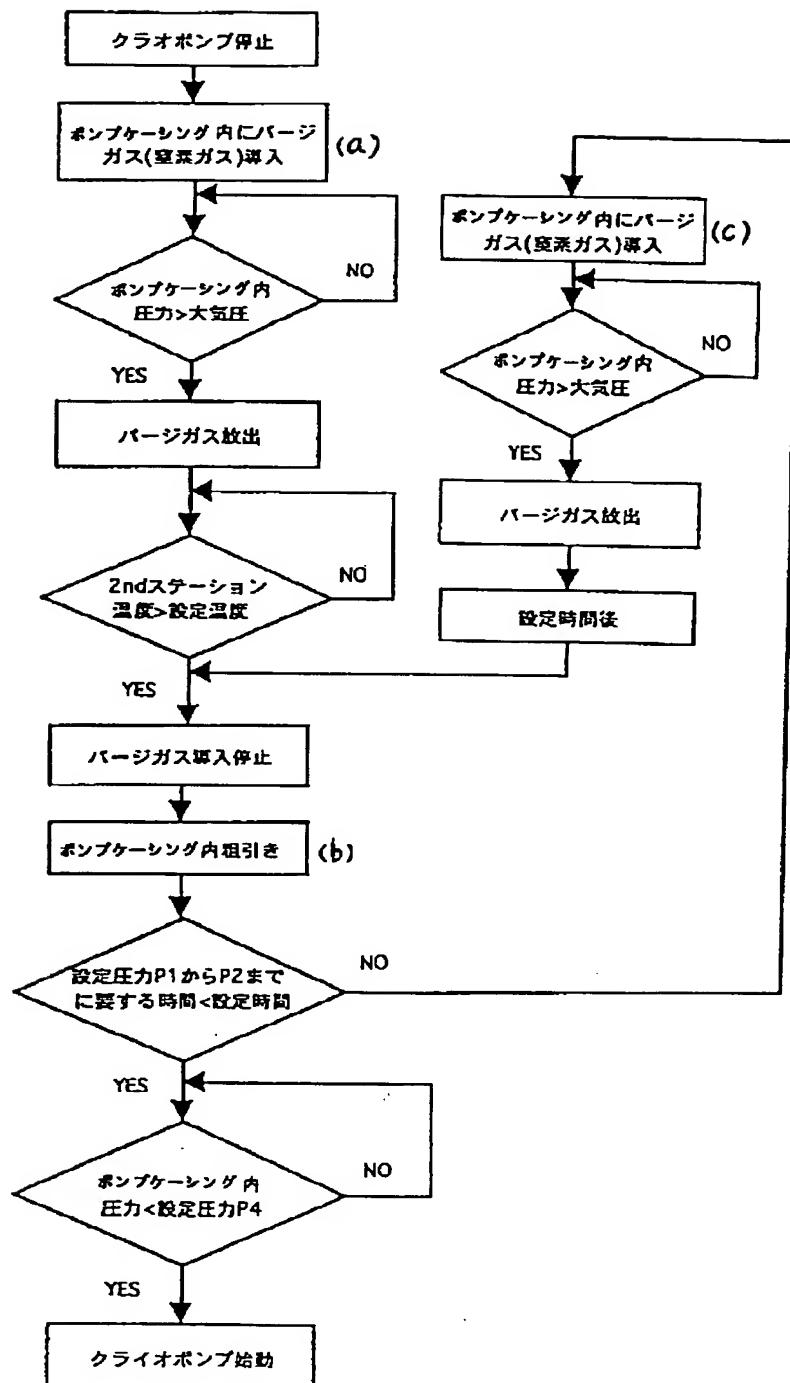
【図3】



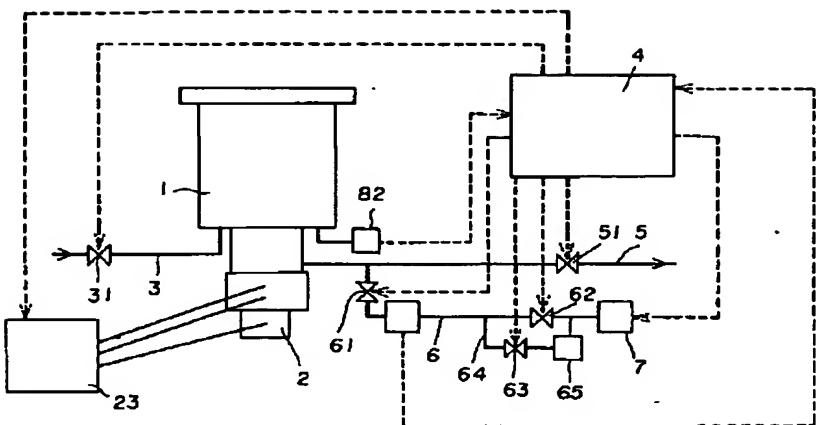
【図2】



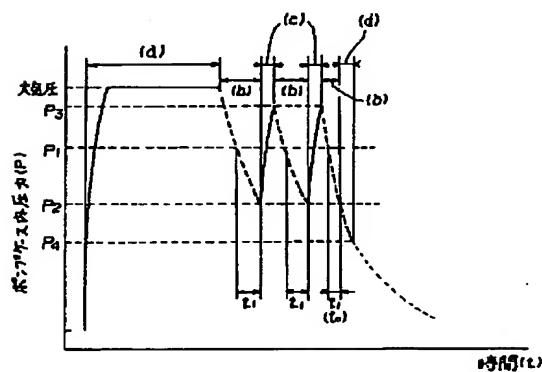
【図4】



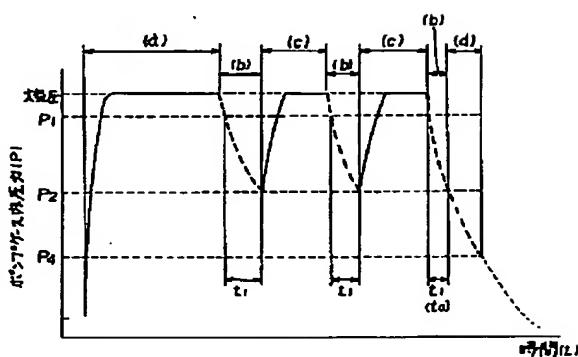
【図5】



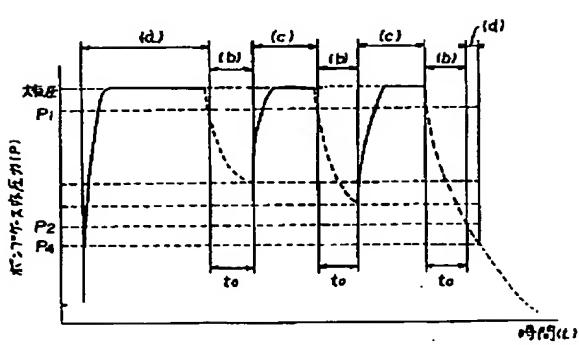
【図6】



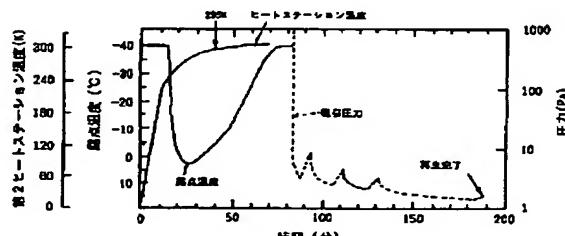
【図7】



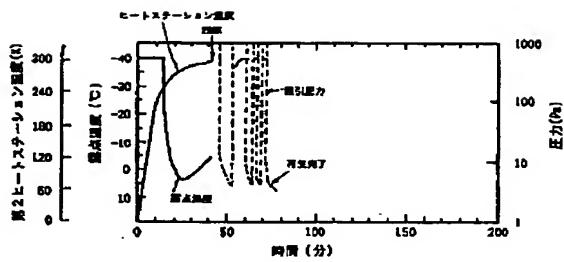
【図8】



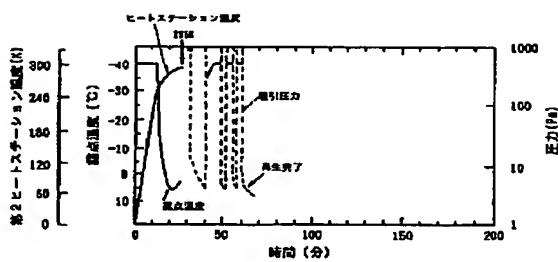
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

